

Revista de investigación
Editada por Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Envío: 14-09-2012

Aceptación: 17-09-2012

Publicación: 24-09-2012

EMPLEO DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN LA PROGRAMACIÓN POR ORDENADOR DE ACTIVIDADES EN CÉLULAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE MEDIANTE REDES DE PETRI

USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN COMPUTER PROGRAMMING OF ACTIVITIES IN FLEXIBLE MANUFACTURING CELLS USING PETRI NETS

David Juárez Varón[1]

Miguel Ángel Peydró[2]

Miguel Jorge Reig[3]

Vicente Jesús Llinares Segui[4]

1. Ingeniero en Organización Industrial. Doctor en Ingeniería (programa del dpto. de ingeniería Mecánica y Materiales). Universidad Politécnica de Valencia.
2. Ingeniero en Organización Industrial. Doctorando en Ingeniería (programa del dpto. de ingeniería Mecánica y Materiales). Universidad Politécnica de Valencia.
3. Ingeniero Industrial. Doctor en Ingeniería (programa del dpto. de ingeniería Mecánica y Materiales). Universidad Politécnica de Valencia.
4. Ingeniero en Organización Industrial. Doctor en Ingeniería (programa del dpto. de ingeniería Mecánica y Materiales). Universidad Politécnica de Valencia.



RESUMEN

Una herramienta muy útil para la programación de actividades en células de fabricación flexible son las Redes de Petri. Como herramienta de representación, permiten modelizar y analizar las propiedades de cualquier sistema diseñado para trabajar en paralelo, pudiéndose crear gráficamente un esquema que permite visualizar el sistema y simular la evolución del mismo antes de su ejecución real.

De esta manera se evita una programación de carácter informático en pro de una programación más gráfica, pudiendo recurrir a ella sin necesidad de amplios conocimientos sobre control numérico y sistemas de fabricación flexible.

ABSTRACT

A very useful tool for the programming of tasks in flexible manufacturing cells is the Petri nets. Like a representation tool, it allows modelling and analyzing the properties of any designed system to work in parallel, being able to create graphically a scheme that allows to visualize the system and to simulate the evolution of the same one before its real execution. This way a programming of computer science character for one more a more graphical programming is avoided, being able with no need to resort to her of ample knowledge on numerical control and flexible manufacturing systems.

PALABRAS CLAVE

Células, Fabricación, Flexible, Redes, Petri

KEYWORDS

Flexible, Manufacturing, Cells, Petri, Nets



INTRODUCCIÓN

Una herramienta muy útil para la programación de actividades en células de fabricación flexible son las Redes de Petri.

Como herramienta de representación, permiten modelizar y analizar las propiedades de cualquier sistema diseñado para trabajar en paralelo, pudiéndose crear gráficamente un esquema que permite visualizar el sistema y simular la evolución del mismo antes de su ejecución real.

Las Redes de Petri se componen de tres elementos que permiten modelizar un sistema:

Lugares: se representan por circunferencias y son las que representan los posibles estados por los que puede pasar el sistema. Cada lugar tiene asociada una acción que se ejecutará cuando el estado del sistema corresponda al representado por dicho lugar. Los lugares suelen tener también un marcado asociado, el cual se compone de un número positivo o nulo de marcas, que permiten representar una infinidad de situaciones, lo que da una gran flexibilidad a las Redes de Petri (RdPs). Por ejemplo, el número de marcas puede representar el número de piezas en almacén o el número de veces que ha ocurrido algo, o el número de máquinas activas, o el número de solicitudes de un recurso, etc.

Transiciones: se representan por rectángulos y son los que hacen posible la evolución del sistema de un estado a otro. Cada transición tiene asociado un evento que, según las reglas de evolución que se explican más adelante, permite la evolución del sistema si se cumplen en un momento dado los condicionantes que componen un evento.

Arcos: son trazos que permiten unir los lugares con las transiciones o viceversa, pero nunca entre sí, ni tampoco en el mismo sentido entre un mismo lugar y transición. Ya que esto va en contra de la sintaxis que requieren las RdPs para poder permitir su modelización matemática. Estos arcos representan las uniones de los diferentes lugares y transiciones siguiendo la sintaxis referente a las uniones entre lugares y transiciones (solamente puede existir un arco en un mismo sentido, entre un elemento y otro, siendo ambos elementos de distinto tipo). Los arcos representan las conexiones, los posibles "caminos" que puede seguir la evolución del sistema representado por la red.

El arco representa la conexión, los caminos posibles que puede seguir la evolución de la red. Los arcos suelen tener un peso que por defecto es 1, omitiéndose entonces en la representación. Los arcos son los limitadores de la evolución del sistema en cuanto restringen el paso de un estado a otro del marcado de los lugares de la red.

La **forma de programar una célula de fabricación flexible mediante Redes de Petri** quedaría de la siguiente manera:

Lugares: Son los posibles estados del sistema. Por ejemplo, ejecución de un programa de CNC en torno.

Transiciones: condiciones para el paso a lugares sucesivos o posibles. Por ejemplo, condición de torno libre para la ejecución de un programa de CNC.



A continuación se muestra un esquema de configuración de un Sistema de Fabricación Flexible mediante Redes de Petri:

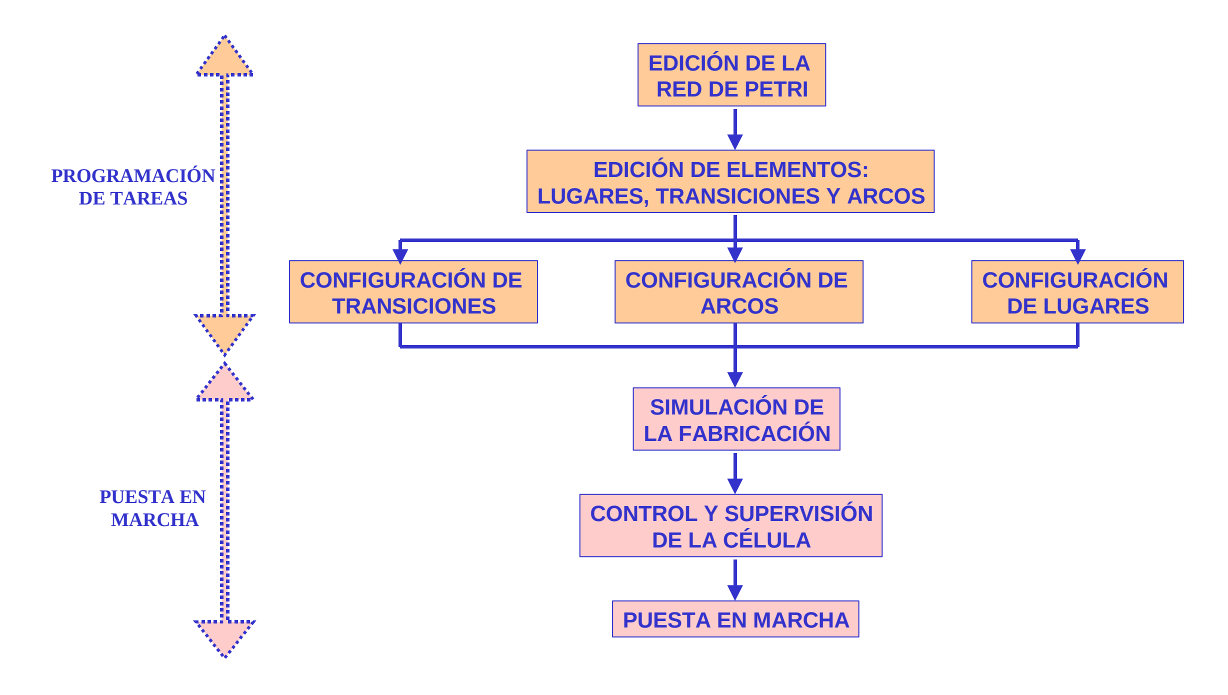


Figura 1. Esquema configuración sistema de fabricación flexible mediante redes de Petri. Fuente: Elaboración propia.



EXPERIMENTAL

Se ha configurado una célula de fabricación flexible, instalada en el laboratorio de Ingeniería de los Procesos de Fabricación de la Escuela Politécnica Superior de Alcoy, consistente en una fresadora y un torno de control numérico (Fagor 8025), marca ALECOP, así como un robot con guía de desplazamiento que une ambas máquinas, marca Mitsubishi, mediante Redes de Petri creadas utilizando el software EDIFAC de la marca ALECOP.

El resultado ha sido la elaboración de un programa que refleja una hoja de ruta con operaciones de torneado y fresado, asistiendo ambas máquinas mediante el empleo de un robot (alimentación de materia prima y extracción de la pieza procesada), sin necesidad del operador humano para dichas operaciones:

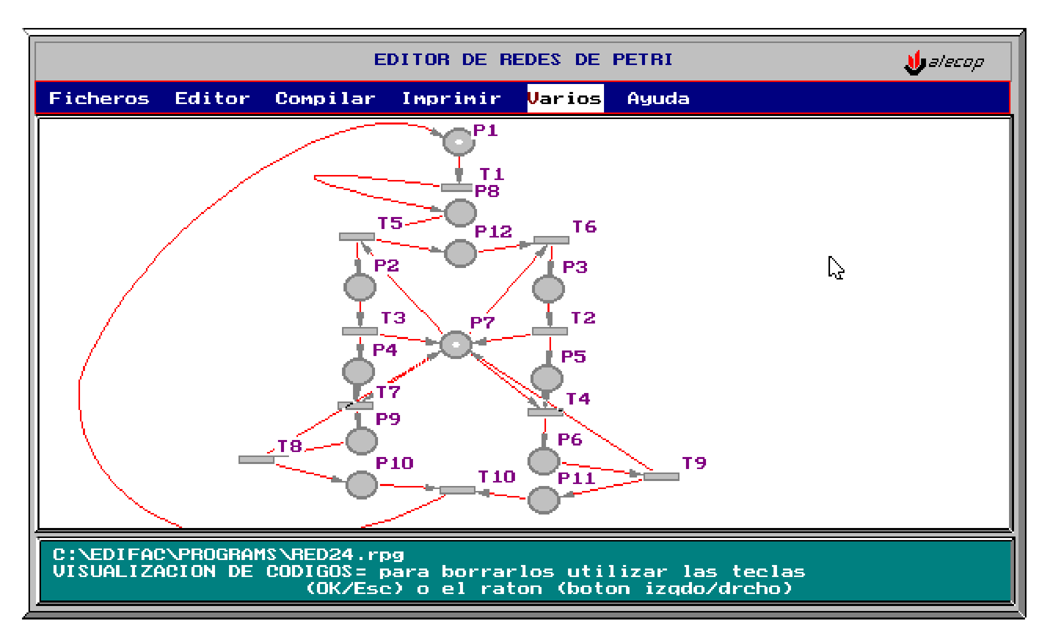


Figura 2. Software EDIFAC: Configuración Sistema de Fabricación Flexible mediante Redes de Petri. Fuente: Elaboración propia.

La aplicación práctica de las redes de Petri a la programación de células de fabricación flexible conlleva un procedimiento que consiste básicamente en la elaboración de la Red de Petri correspondiente a la hoja de proceso, indicando cada estado del sistema (ejecución de programas o esperas) y las transiciones correspondientes entre estados (esperar a que los elementos empleados estén libres).

Un ejemplo de dicha aplicación práctica de las redes de Petri a la programación de células de fabricación sería el siguiente programa de célula, donde se emplean en orden secuencial un torno CNC, una fresadora CNC y un robot con guía de desplazamiento para asistir a ambas máquinas.



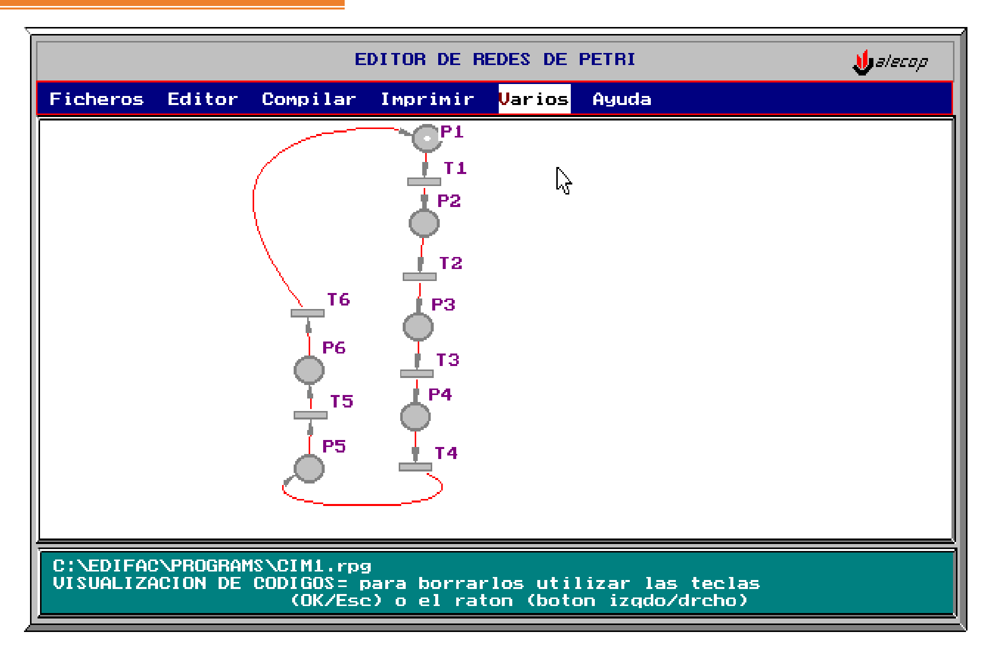


Figura 3. Configuración de un proceso secuencial en un Sistema de Fabricación Flexible mediante Redes de Petri.

Listado de lugares (P) y transiciones (T):

P1: ESTADO INICIAL

TRANSICIÓN T1: LIBRE TORNO 1 + LIBRE FRESA 1 + LIBRE ROBOT 1

P2: EJECUCIÓN PROGRAMA “CIMCT” EN ROBOT 1

TRANSICIÓN T2: LIBRE TORNO 1 + LIBRE ROBOT 1

P3: EJECUCIÓN PROGRAMA “%00001” EN TORNO 1

TRANSICIÓN T3: LIBRE TORNO 1 + LIBRE FRESA 1 + LIBRE ROBOT 1

P4: EJECUCIÓN PROGRAMA “CIMCF” EN ROBOT 1

TRANSICIÓN T4: LIBRE FRESA 1 + LIBRE ROBOT 1

P5: EJECUCIÓN PROGRAMA “%00012” EN FRESA 1

TRANSICIÓN T5: LIBRE FRESA 1 + LIBRE ROBOT 1

P6: EJECUCIÓN PROGRAMA “CIMDF” EN ROBOT 1

TRANSICIÓN T6: LIBRE TORNO 1 + LIBRE FRESA 1 + LIBRE ROBOT 1

La utilización del torno y fresadora de Control Numérico para mecanizados, asistidos mediante un robot de manipulado, para llevar a cabo operaciones en paralelo de torno y fresa, de manera que se produzcan diferentes piezas a la vez, consiste básicamente en la elaboración de la Red de Petri correspondiente a la hoja de proceso, indicando cada estado del sistema (ejecución de programas o esperas) y las transiciones correspondientes entre estados (esperar a que los elementos empleados estén libres).



CONCLUSIONES

La forma de programar una célula de fabricación flexible mediante esta metodología, consiste en un procedimiento gráfico por el que se elabora la Red de Petri correspondiente a la hoja de proceso, indicando cada estado del sistema (ejecución de programas o esperas) y las transiciones correspondientes entre estados (esperar a que los elementos empleados estén libres). De esta manera se evita una programación de carácter informático en pro de una programación más gráfica, a modo de esquema, cuya versatilidad hace que estudiantes y técnicos puedan recurrir a ella sin necesidad de amplios conocimientos sobre control numérico y sistemas de fabricación flexible.



REFERENCIAS

[1] **HÃKANSSON, ANNE; HARTUNG, RONALD; NGUYEN**. (2010). *“Agent and Multi-agent Technology for Internet and Enterprise Systems”*, Ed. Ngoc Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

[2] **CARDOSO, JOÃO M. P.; HÜBNER.** (2011). *“Reconfigurable Computing: From FPGAs to Hardware/Software Codesign”*, Ed. Michael Springer New York, New York.

[3] **ALONSO URBANO, JESÚS; TORNERO MONTSERRAT, JOSEP.** (1998). *“Integración de los sistemas de información de un sistema flexible de fabricación en un entorno de red multiusuario”,* Universidad Politécnica de Valencia Facultad de Informática.

[4] **EDIFAC**. Manual del usuario, software EDIFAC, Capítulo 1. Redes de Petri.

[5] **CARLOS A; MONTILLA M.; ARROYAVE JUAN FELIPE,** (2007). “*Simulación de operación de celdas de manufactura flexible FMC, utilizando las redes de Petri”* , Ed. Scientia Et Technica, Vol.XIII (34), p.243.

[6] **CABALLERO VILLALOBOS, JUAN PABLO; MEJÍA, GONZALO**. (2006). *“Redes de Petri y algoritmos genéticos, una propuesta para la programación de sistemas de manufactura flexible”.* Ed. Ingeniería y universidad, Vol.10 (1).

[7] **JAMES L. PETERSON. (**1981). Petri *Net Theory and the Modeling of Systems.* Ed. Prentice-Hall, N. Yersey.

[8] **BRAMS, G.W.** (1986) *Las Redes De Petri: Teoría Y Práctica.* Tomo 1 Y 2, Ed. Masson, Paris.

[9] **SILVA MANUEL.** (1985)L*as Redes De Petri: En La Automática Y La Informática.* Ed. AC, Madrid.